



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 113344007 B

(45) 授权公告日 2022. 07. 15

(21) 申请号 202110612617.9

G06V 10/74 (2022.01)

(22) 申请日 2021.06.02

G06V 10/75 (2022.01)

(65) 同一申请的已公布的文献号

G06K 9/62 (2022.01)

申请公布号 CN 113344007 A

审查员 李欢欢

(43) 申请公布日 2021.09.03

(73) 专利权人 中国科学技术大学

地址 230026 安徽省合肥市包河区金寨路
96号

(72) 发明人 张兰 唐晨 李向阳

(74) 专利代理机构 安徽省合肥新安专利代理有
限责任公司 34101

专利代理师 陆丽莉 何梅生

(51) Int. Cl.

G06V 10/56 (2022.01)

G06V 10/46 (2022.01)

权利要求书2页 说明书5页 附图4页

(54) 发明名称

一种原木指纹提取与匹配方法

(57) 摘要

本发明公开了一种原木指纹提取与匹配方法,包括:1.原木图像预处理:移除原木图像背景,转换到灰度空间,2.原木图像特征提取:计算并统计图像上每个非边界点的LBP值,将该统计量作为原木图像特征,3.原木特征匹配:将两张原木图像采样到同一维度并修正旋转角后,多尺度计算这两张原木图像的相似度。本发明能通过原木指纹提取技术来提取原木指纹,对于任意两张原木图像,基于提取的指纹能够判断图像中的原木是否来自同一根原木,从而避免线上交易的欺诈行为,为原木线上交易提供一种有效的解决方案。



1. 一种原木指纹提取与匹配方法,其特征在于,包括如下步骤:

步骤1:原木图像的预处理;

步骤1.1:背景移除:

步骤1.1.1:获取原木图像G并从RGB彩色空间转换到HSV空间,从而得到原木图像G的色彩特征,包括:色调H分量、饱和度S分量和亮度V分量;

步骤1.1.2:根据原木图像G的色彩特征,设置色调H分量的阈值为 TH_1 和饱和度S分量的阈值为 TH_2 ;

步骤1.1.3:根据所述阈值 TH_1 和 TH_2 判断原木图像G的各个像素点所在区域:

若所述原木图像G中的任意一个像素点的色调H分量小于阈值 TH_1 且饱和度S分量大于阈值 TH_2 ,则判定相应像素点为原木区域的像素点,并保持原木区域的像素点的像素值不变;否则,判定相应像素点为背景区域的像素点,并令背景区域的像素点的像素值为“0”;从而完成原木图像G的背景移除处理,得到移除背景后的原木图像 G' ;

步骤1.2:图像裁剪:

对所述背景移除后的原木图像 G' 进行形态学处理和平滑处理后,再裁剪出原木区域,并将裁剪出的原木区域进行尺度归一化处理,得到原木区域图像 G_{new} ;

步骤1.3:灰度处理:

将原木区域图像 G_{new} 从RGB彩色空间转换到灰度空间,从而得到灰度图像 G_{gray} ;

步骤2:图像特征提取;

步骤2.1:LBP序列提取:

记录灰度图像 G_{gray} 上任意第 i 个非边界点 x_i 的灰度值 $gray_i$;

顺时针记录以第 i 个非边界点 x_i 为圆心,以 r 为半径的圆周与灰度图像 G_{gray} 相交后得到的第 i 个像素点序列 $s_i = [s_{1i}, s_{2i}, s_{3i}, \dots, s_{ni}]$,其中, s_{ni} 表示第 i 个像素点序列中第 n 个交点;

将第 i 个像素点序列 s_i 的每个交点均与 $gray_i$ 作比较,并将大于 $gray_i$ 的交点所在的像素值置为“1”,小于等于 $gray_i$ 的交点所在的像素值置为“0”,从而得到一个长度为 n 的0-1序列 b_i ,计算0-1序列 b_i 的旋转不变LBP序列 b_i' ;

将旋转不变LBP序列 b_i' 转化为10进制值序列后再归一化到区间 $[0, 256)$ 中,从而得到第 i 个非边界点 x_i 的LBP值;

步骤2.2:统计频次:

统计灰度图像 G_{gray} 上所有非边界点的LBP值,从而得到一个关于不同LBP值分布频次的统计量 γ ,并作为灰度图像特征;

步骤3:图像特征匹配;

步骤3.1:特征匹配的预处理:

对于待匹配的两张原木图像 I_a 和 I_b ,将两张原木图像 I_a 和 I_b 的大小重采样为 $(\min(w_a, w_b), \min(h_a, h_b))$,从而得到两张大小相同的采样图像 I_a' 和 I_b' ;其中, w_a, w_b 分别是两张原木图像 I_a 和 I_b 的宽度, h_a, h_b 分别是两张原木图像 I_a 和 I_b 的高度;其中,若重采样为下采样,则通过局部区域求均值的方法来进行下采样;若重采样为上采样,则通过双线性插值的方法来进行上采样;

步骤3.2:相似度计算:

按照步骤1和步骤2的过程提取两张采样图像 I_a' 和 I_b' 各自的特征 γ_a 和 γ_b ,并计算两个

特征 γ_a 和 γ_b 的 Wasserstein 距离, 从而将 Wasserstein 距离作为两张采样图像 I_a' 和 I_b' 的相似度;

步骤3.3: 旋转角修正:

固定采样图像 I_a' , 将采样图像 I_b' 每次旋转 α° , 共旋转 m 次, 得到一个旋转图像序列 $\{I_{1\alpha}', I_{2\alpha}', I_{3\alpha}', \dots, I_{m\alpha}'\}$, 分别计算采样图像 I_a' 与旋转图像序列中每个旋转图像的相似度, 并取相似度最小的图像 I_{\min}' 作为采样图像 I_2' 旋转角修正图像; 其中, α 表示间隔角度;

步骤3.4: 多尺度相似度比较:

将采样图像 I_a' 和 I_{\min}' 按照 $\{1:k_1, 1:k_2, 1:k_3, \dots, 1:k_t\}$ 的比例进行下采样得到 t 组图像, 接着按照 $\{k_1:1, k_2:1, k_3:1, \dots, k_t:1\}$ 的比例进行上采样得到另外 t 组图像, 并分别提取各组图像的特征后做相似度计算, 从而获得不同尺度下的采样图像 I_a' 和 I_{\min}' 之间的相似度;

步骤3.5: 将所有计算得到的相似度进行加权平均, 作为原木图像 I_a 和 I_b 的实际相似度 sim ; 将实际相似度 sim 与所设定的两个阈值 Th_3 、 Th_4 进行比较; 如果 $\text{sim} < \text{Th}_3$, 则认为原木图像 I_a 和 I_b 来自于同一根原木; 如果 $\text{sim} > \text{Th}_4$, 则认为原木图像 I_a 和 I_b 来自不同原木; 否则, 表示无法判断原木图像 I_a 和 I_b 是否来自同一根原木。

一种原木指纹提取与匹配方法

技术领域

[0001] 本发明属于数据指纹和实体交易应用领域,具体的说是一种原木指纹提取与匹配方法。

背景技术

[0002] 目前少出门、不出省、禁出国的形势,使线下面对面进行交易变得异常困难。而原木,作为传统线下交易大宗商品的代表,受到目前形势的影响,导致整个原木销售业绩量暴跌。传统原木交易流程为:顾客到原木仓库挑选原木;选定合适的原木后,支付保证金,签约;原木供应商通过物流将原木寄给卖家。而在目前情况下,顾客无法到原木仓库去挑选原木是导致原木销量暴跌的主要原因。原木线上交易之所以不像其他商品一样,迟迟无法进行线上交易,主要包括以下几个原因:商品容易出现欺诈行为,例如:被卖家或者物流方掉包。而且由于原木一根极大,买家无法根据照片来判断是否是同一根原木;运费极高,甚至超过了原木本身的价格,使得类似于网购的七天无理由退货并不现实,从而导致买家并不信任网上售卖模式;没有专门针对原木的识别技术,像人脸识别、指纹识别等技术都非常成熟,可以随时随地通过提取的特征,来唯一标识一个人或者一个物体。而原木识别现存的主要方法有:油漆法、条形码、二维码、微波传感器和射频识别。油漆法,是目前原木交易使用最频繁的标识方法,通过在原木上用油漆涂写编号来为原木制作标记,但这种标记并不具有唯一性,卖家可以通过给另一根原木涂写相同标记来进行欺诈行为,同时原木在运输途中,其标记也可能被涂改、清除。条形码和二维码都只适用原木加工后的成品销售阶段,微波传感器和射频识别虽然能够识别不同原木的几何形状和内部结构,但所需的仪器价格非常昂贵且仪器的体积大不方便携带,使得将其常态化用于原木识别并不现实。

发明内容

[0003] 本发明是为了解决上述现有技术存在的不足之处,提出一种原木指纹提取与匹配方法,以期能通过原木指纹提取技术来提取原木指纹,对于任意两张原木图像,基于提取的指纹能够判断图像中的原木是否来自同一根原木,从而避免线上交易的欺诈行为,为原木线上交易提供一种有效的解决方案。

[0004] 本发明为达到上述发明目的,采用如下技术方案:

[0005] 本发明一种原木指纹提取与匹配方法的特点在于,包括如下步骤:

[0006] 步骤1:原木图像的预处理;

[0007] 步骤1.1:背景移除:

[0008] 步骤1.1.1:获取原木图像G并从RGB彩色空间转换到HSV空间,从而得到原木图像G的色彩特征,包括:色调H分量、饱和度S分量和亮度V分量;

[0009] 步骤1.1.2:根据原木图像G的色彩特征,设置色调H分量的阈值为 TH_1 和饱和度S分量的阈值为 TH_2 ;

[0010] 步骤1.1.3:根据所述阈值 TH_1 和 TH_2 判断原木图像G的各个像素点所在区域:

[0011] 若所述原木图像G中的任意一个像素点的色调H分量小于阈值 TH_1 且饱和度S分量大于阈值 TH_2 ,则判定相应像素点为原木区域的像素点,并保持原木区域的像素点的像素值不变;否则,判定相应像素点为背景区域的像素点,并令背景区域的像素点的像素值为“0”;从而完成原木图像G的背景移除处理,得到移除背景后的原木图像G’;

[0012] 步骤1.2:图像裁剪:

[0013] 对所述背景移除后的原木图像G’进行形态学处理和平滑处理后,再裁剪出原木区域,并将裁剪出的原木区域进行尺度归一化处理,得到原木区域图像 G_{new} ;

[0014] 步骤1.3:灰度处理:

[0015] 将原木区域图像 G_{new} 从RGB彩色空间转换到灰度空间,从而得到灰度图像 G_{gray} ;

[0016] 步骤2:图像特征提取;

[0017] 步骤2.1:LBP序列提取:

[0018] 记录灰度图像 G_{gray} 上任意第i个非边界点 x_i 的灰度值 $gray_i$;

[0019] 顺时针记录以第i个非边界点 x_i 为圆心,以r为半径的圆周与灰度图像 G_{gray} 相交后得到的第i个像素点序列 $s_i = [s_{1i}, s_{2i}, s_{3i}, \dots, s_{ni}]$,其中, s_{ni} 表示第i个像素点序列中第n个交点;

[0020] 将第i个像素点序列 s_i 的每个交点均与 $gray_i$ 作比较,并将大于 $gray_i$ 的交点所在的像素值置为“1”,小于等于 $gray_i$ 的交点所在的像素值置为“0”,从而得到一个长度为n的0-1序列 b_i ,计算0-1序列 b_i 的旋转不变LBP序列 b_i' ;

[0021] 将旋转不变LBP序列 b_i' 转化为10进制值序列后再归一化到区间[0,256)中,从而得到第i个非边界点 x_i 的LBP值;

[0022] 步骤2.2:统计频次:

[0023] 统计灰度图像 G_{gray} 上所有非边界点的LBP值,从而得到一个关于不同LBP值分布频次的统计量 γ ,并作为灰度图像特征;

[0024] 步骤3:图像特征匹配;

[0025] 步骤3.1:特征匹配的预处理:

[0026] 对于待匹配的两张原木图像 I_a 和 I_b ,将两张原木图像 I_a 和 I_b 的大小重采样为 $(\min(w_a, w_b), \min(h_a, h_b))$,从而得到两张大小相同的采样图像 I_a' 和 I_b' ;其中, w_a, w_b 分别是两张原木图像 I_a 和 I_b 的宽度, h_a, h_b 分别是两张原木图像 I_a 和 I_b 的高度;其中,若重采样为下采样,则通过局部区域求均值的方法来进行下采样;若重采样为上采样,则通过双线性插值的方法来进行上采样;

[0027] 步骤3.2:相似度计算:

[0028] 按照步骤1和步骤2的过程提取两张采样图像 I_a' 和 I_b' 各自的特征 γ_a 和 γ_b ,并计算两个特征 γ_a 和 γ_b 的Wasserstein距离,从而将Wasserstein距离作为两张采样图像 I_a' 和 I_b' 的相似度;

[0029] 步骤3.3:旋转角修正:

[0030] 固定采样图像 I_a' ,将采样图像 I_b' 每次旋转 α° ,共旋转m次,得到一个旋转图像序列 $\{I_{1\alpha}', I_{2\alpha}', I_{3\alpha}', \dots, I_{m\alpha}'\}$,分别计算采样图像 I_a' 与旋转图像序列中每个旋转图像的相似度,并取相似度最小的图像 I_{min}' 作为采样图像 I_2' 旋转角修正图像;其中, α 表示间隔角度;

[0031] 步骤3.4:多尺度相似度比较:

[0032] 将采样图像 I_a' 和 I_{min}' 按照 $\{1:k_1, 1:k_2, 1:k_3, \dots, 1:k_t\}$ 的比例进行下采样得到 t 组图像,接着按照 $\{k_1:1, k_2:1, k_3:1, \dots, k_t:1\}$ 的比例进行上采样得到另外 t 组图像,并分别提取各组图像的特征后做相似度计算,从而获得不同尺度下的采样图像 I_a' 和 I_{min}' 之间的相似度;

[0033] 步骤3.5:将所有计算得到的相似度进行加权平均,作为原木图像 I_a 和 I_b 的实际相似度 sim ;将实际相似度 sim 与所设定的两个阈值 Th_3 、 Th_4 进行比较;如果 $sim < Th_3$,则认为原木图像 I_a 和 I_b 来自于同一根原木;如果 $sim > Th_4$,则认为原木图像 I_a 和 I_b 来自不同原木;否则,表示无法判断原木图像 I_a 和 I_b 是否来自同一根原木。

[0034] 与现有技术相比,本发明的有益效果在于:

[0035] 1、传统原木销售业由于其运输成本高、线上交易容易出现欺诈行为,只能进行线下交易,而现存的技术中并没有专门针对原木的技术手段。本发明专门针对原木,提出原木特征提取技术,将原木特征作为原木的指纹,从而防止了线上交易的欺诈行为,并设计旋转角修正和多尺度匹配算法,来增强原木指纹的鲁棒性,方法简单有效,为线上原木交易提供了解决办法。

[0036] 2、本发明中步骤3.2,采用Wasserstein距离来计算提取了原木图像特征分布之间的相似度,有效的衡量了原木图像之间的差异,从而能准确确定图像是否来自同一根圆木。

[0037] 3、本发明中步骤3.1、3.3、3.4,先对图像进行了重采样,保证匹配时,匹配图像的像素数量一致性;接着对图像进行了旋转角修正,进一步消除了由于运输前后原木出现旋转,导致的偏转角度不一致性;最后对原木图像进行多尺度特征匹配,在不同尺度匹配原木特征,从而提高了特征匹配的鲁棒性。

附图说明

[0038] 图1为本发明关于原木的一张RGB彩色图像;

[0039] 图2为本发明移除原木背景后的图像;

[0040] 图3为本发明获取像素值LBP序列的示例图;

[0041] 图4为本发明计算像素值旋转不变LBP序列值的示例图;

[0042] 图5为本发明将LBP值代替像素值后得到的原木图;

[0043] 图6为本发明计算阈值时的实验结果图。

具体实施方式

[0044] 本实施例中,一种原木指纹提取与匹配方法包括如下步骤:

[0045] 步骤1:原木图像的预处理;

[0046] 步骤1.1:背景移除;

[0047] 步骤1.1.1:获取原木图像 G ,如图1所示,并从RGB彩色空间转换到HSV空间,从而得到原木图像 G 的色彩特征,包括:色调 H 分量、饱和度 S 分量和亮度 V 分量;

[0048] 步骤1.1.2:根据原木图像 G 的色彩特征,设置色调 H 分量的阈值为 $TH_1=0.1$ 和饱和度 S 分量的阈值为 $TH_2=0.2$;

[0049] 步骤1.1.3:根据阈值 TH_1 和 TH_2 判断原木图像 G 的各个像素点所在区域;

[0050] 若原木图像 G 中的任意一个像素点的色调 H 分量小于阈值 TH_1 且饱和度 S 分量大于

阈值 TH_2 ,即图像中单个像素点同时满足 $TH_1 < 0.1$ 且 $TH_2 > 0.2$ 时,则判定相应像素点为原木区域的像素点,并保持原木区域的像素点的像素值不变;否则,判定相应像素点为背景区域的像素点,并令背景区域的像素点的像素值为“0”;从而完成原木图像 G 的背景移除处理,得到移除背景后的原木图像 G' ;

[0051] 步骤1.2:图像裁剪:

[0052] 对背景移除后的原木图像 G' 进行形态学处理和平滑处理后,再裁剪出原木区域,并将裁剪出的原木区域进行尺度归一化处理,得到原木区域图像 G_{new} ,如图2所示,这样做的目的是防止背景区域给原木特征提取和匹配带来干扰,保证匹配结果的稳定性。目前背景移除方面还有其他非常多的方法,也可以用于本方法的移除背景步骤中;

[0053] 步骤1.3:灰度处理:

[0054] 将原木区域图像 G_{new} 从RGB彩色空间转换到灰度空间,从而得到灰度图像 G_{gray} ;

[0055] 步骤2:图像特征提取;

[0056] 步骤2.1:LBP序列提取:

[0057] 记录灰度图像 G_{gray} 上任意第 i 个非边界点 x_i 的灰度值 $gray_i$;

[0058] 顺时针记录以第 i 个非边界点 x_i 为圆心,以 r 为半径的圆周与灰度图像 G_{gray} 相交后得到的第 i 个像素点序列 $s_i = [s_{1i}, s_{2i}, s_{3i}, \dots, s_{ni}]$,其中, s_{ni} 表示第 i 个像素点序列中第 n 个交点;本实施例中, r 取1,与灰度图像相交,得到一个长为8的像素点序列。

[0059] 将第 i 个像素点序列 s_i 的每个交点均与 $gray_i$ 作比较,并将大于 $gray_i$ 的交点所在的像素值置为“1”,小于等于 $gray_i$ 的交点所在的像素值置为“0”,从而得到一个长度为 n 的0-1序列 b_i ,计算其旋转不变LBP(Local Binary Pattern)序列,记为 b_i' ;

[0060] 将旋转不变LBP序列 b_i' 转化为10进制值序列后再归一化到区间 $[0, 256)$ 中,从而得到第 i 个非边界点 x_i 的LBP值;例如,以该像素点为圆心,1为半径的圆周与图像相交,根据像素点与相交像素点的相对大小将其置为“0”或“1”,如图3所示,并计算出其LBP序列为11100001.将其旋转,因为该序列长为8,故只需旋转7次,就能遍历全部情况,找出这8种情况中的最小二进制序列,即00001111为其旋转不变LBP序列,如图4所示,转化为十进制值为15,作为其LBP值。

[0061] 将整个原木图像的像素点大小转换为其对应的LBP值,结果如图5所示。可以看到,图中原木的纹理等特征非常的清晰,这也说明了该方法用于提取原木特征的合理性。

[0062] 步骤2.2:统计频次:

[0063] 统计灰度图像 G_{gray} 上所有非边界点的LBP值,从而得到一个关于不同LBP值分布频次的统计量 γ ,并作为灰度图像特征;

[0064] 步骤3:图像特征匹配;

[0065] 步骤3.1:特征匹配的预处理:

[0066] 对于待匹配的两张原木图像 I_a 和 I_b ,将两张原木图像 I_a 和 I_b 的大小重采样为 $(\min(w_a, w_b), \min(h_a, h_b))$,从而得到两张大小相同的采样图像 I_a' 和 I_b' ;其中, w_a, w_b 分别是两张原木图像 I_a 和 I_b 的宽度, h_a, h_b 分别是两张原木图像 I_a 和 I_b 的高度;其中,若重采样为下采样,则通过局部区域求均值的方法来进行下采样;若重采样为上采样,则通过双线性插值的方法来进行上采样;

[0067] 步骤3.2:相似度计算:

[0068] 按照步骤1和步骤2的过程提取两张采样图像 I_a' 和 I_b' 各自的特征 γ_a 和 γ_b ,并计算两个特征 γ_a 和 γ_b 的Wasserstein距离,从而将Wasserstein距离作为两张采样图像 I_a' 和 I_b' 的相似度。Wasserstein距离是目前用于衡量两个分布的相似程度的最合适的函数,被集成到了Python的Scipy库,可以直接调用。

[0069] 步骤3.3:旋转角修正:

[0070] 固定采样图像 I_a' ,将采样图像 I_b' 每次旋转 α° ,共旋转 m 次,得到一个旋转图像序列 $\{I_{1\alpha}', I_{2\alpha}', I_{3\alpha}', \dots, I_{m\alpha}'\}$,分别计算采样图像 I_a' 与旋转图像序列中每个旋转图像的相似度,并取相似度最小的图像 I_{\min}' 作为采样图像 I_2' 旋转角修正图像;其中, α 表示间隔角度。本实施例中, $\alpha=2, m=11$,这是因为对于长为8的序列,旋转不变LBP序列只能保证 22.5° 的不变性,而实验证明相同原木的不同图像的旋转角,若只差 1° ,则相似度非常高,因此通过旋转11次得到的图像序列,一定有一张图像和匹配图像的角度差异值在 1° 以内,从而可以保证旋转角在 1° 以内,以此来修正旋转角;

[0071] 步骤3.4:多尺度相似度比较:

[0072] 将采样图像 I_a' 和 I_{\min}' 按照 $\{1:k_1, 1:k_2, 1:k_3, \dots, 1:k_t\}$ 的比例进行下采样得到 t 组图像,接着按照 $\{k_1:1, k_2:1, k_3:1, \dots, k_t:1\}$ 的比例进行上采样得到另外 t 组图像,具体实施中, t 取3, k_1, k_2, k_3 分别取2,3,4,以期望通过尺度的变化,实现了低尺度匹配局部细节特征,高尺度匹配全局轮廓特征,从而提高了匹配的准确性,并分别提取各组图像的特征后做相似度计算,从而获得不同尺度下的采样图像 I_a' 和 I_{\min}' 之间的相似度;

[0073] 步骤3.5:将所有计算得到的相似度进行加权平均,作为原木图像 I_a 和 I_b 的实际相似度 sim ;将实际相似度 sim 与所设定的两个阈值 Th_3, Th_4 进行比较,具体实施中,如图6所示,对于来自同一根圆木的图像对共计算了150组,用 \bullet 表示,对于来自不同原木的图像对共计算了300组,用 $*$ 表示,并分别在 dissimilarity (即图像纵坐标)为600和1000时,画了两条水平线。可以看到,当 dissimilarity 低于600时,图像对都是来自于同一根圆木,而当 dissimilarity 高于1000时,图像对都是来自于不同原木,故取 $\text{Th}_3=600, \text{Th}_4=1000$;如果 $\text{sim}<\text{Th}_3$,即 $\text{sim}<600$,则认为原木图像 I_a 和 I_b 来自于同一根原木;如果 $\text{sim}>\text{Th}_4$,即 $\text{sim}>1000$,则认为原木图像 I_a 和 I_b 来自不同原木;否则,表示无法判断原木图像 I_a 和 I_b 是否来自同一根原木。



图1

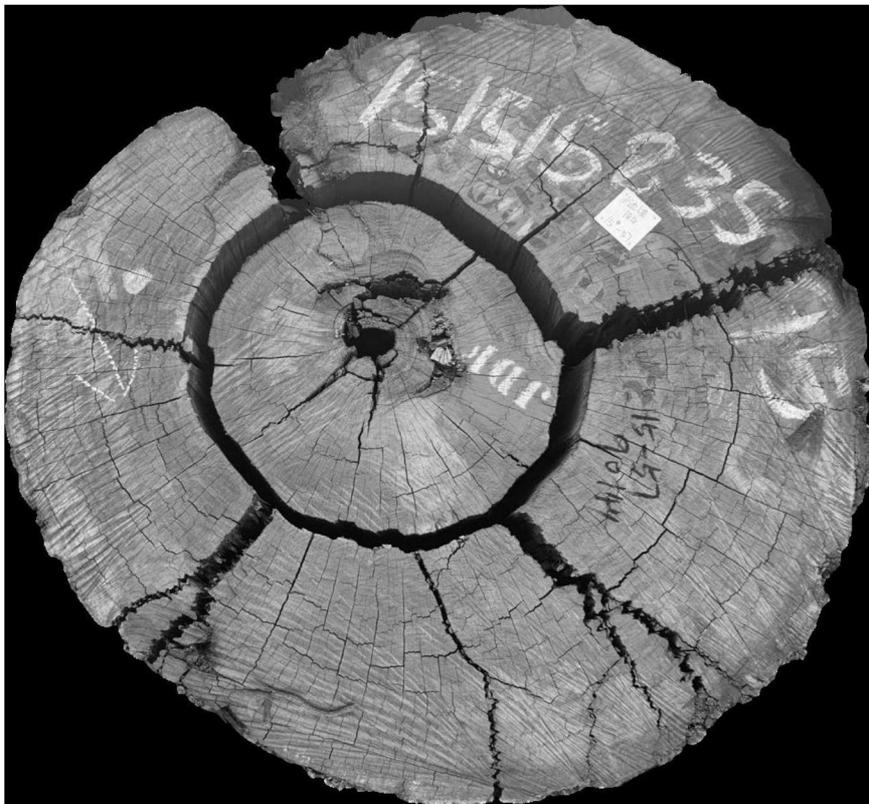


图2

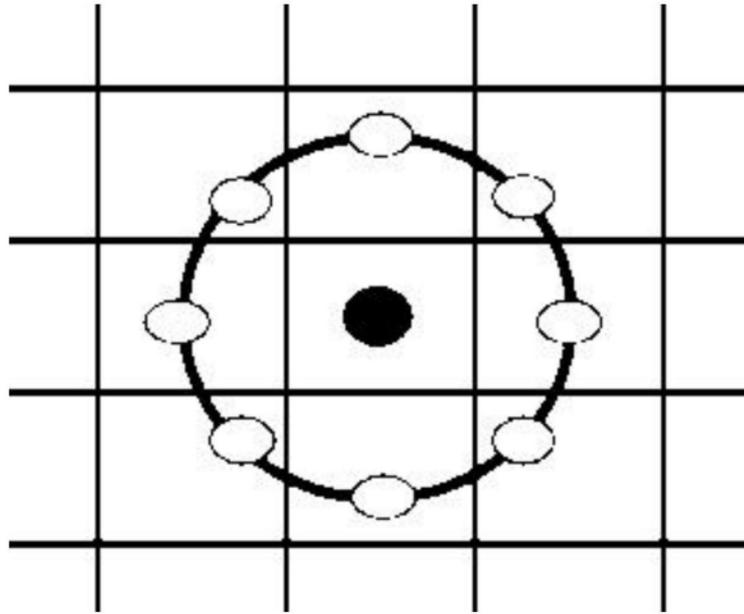


图3

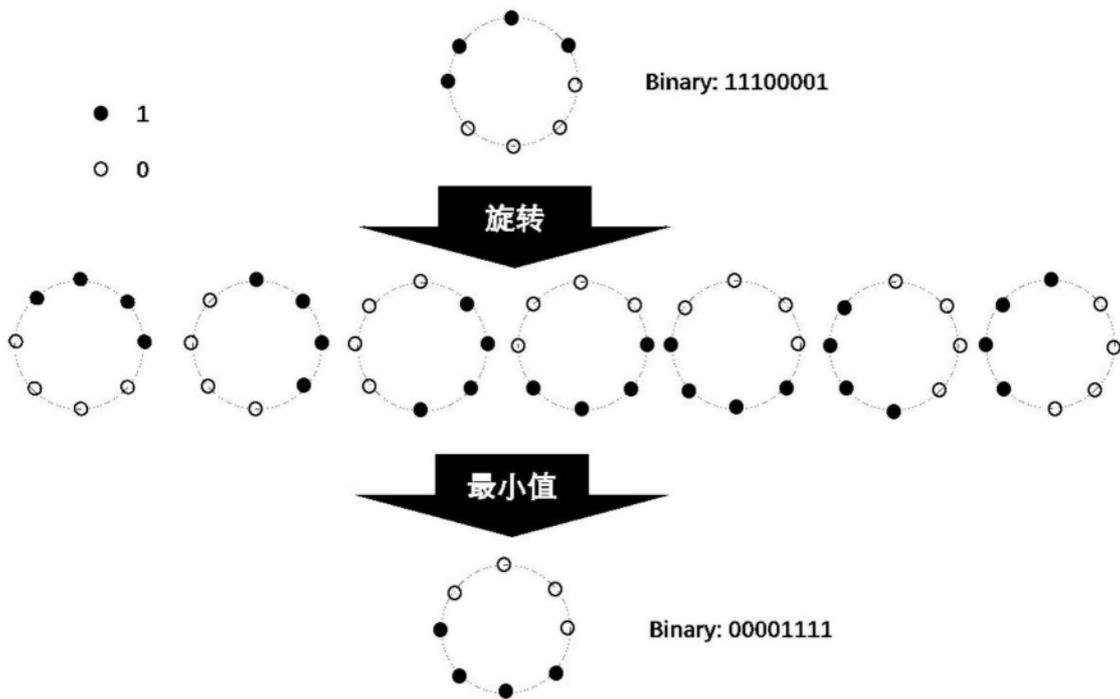


图4

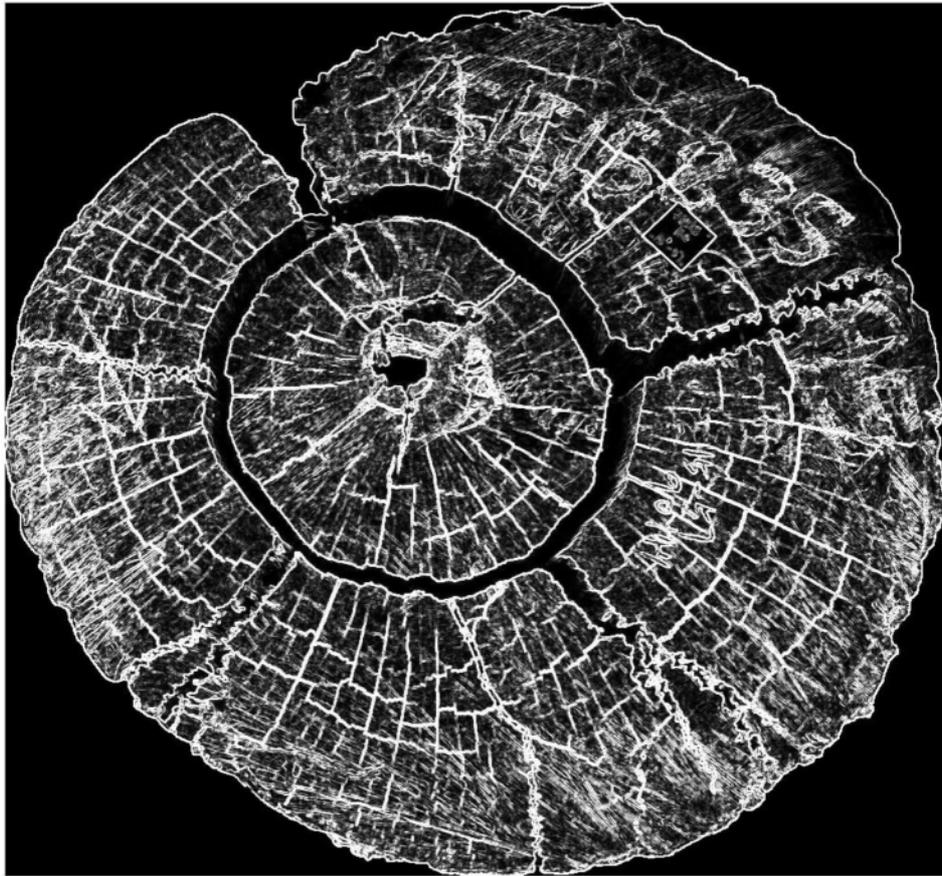


图5

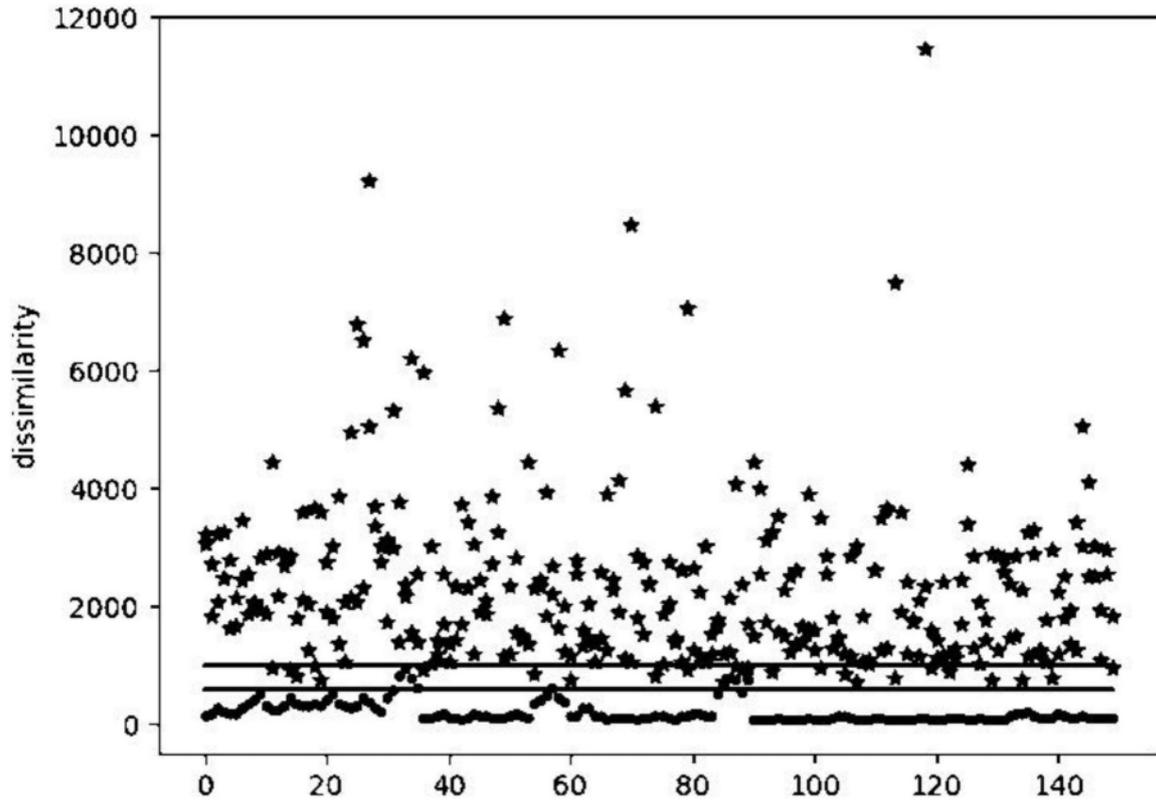


图6